

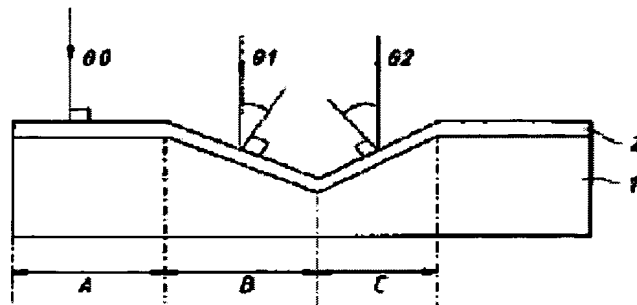
COLOR FILTER

Patent number: JP7056013
Publication date: 1995-03-03
Inventor: IKEDA HIROSHI
Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO
Classification:
- **International:** G02B5/20
- **European:**
Application number: JP19930227941 19930820
Priority number(s): JP19930227941 19930820

Report a data error here

Abstract of JP7056013

PURPOSE: To provide a color filter which is easily produced and is reduced in size and enhanced in performance by providing the surface of a substrate having slopes consisting of plural angles with luminous fluxes with multilayered films. **CONSTITUTION:** The region A of the substrate 1 is a flat surface and the regions B and C are the slopes inclining at different angles. The luminous fluxes are respectively made incident at θ_0 , θ_1 and θ_2 ($\theta_0 < \theta_1 < \theta_2$) angles on these regions. Specific central wavelengths λ_0 , λ_1 , λ_2 are taken out of the respective regions by the principle of interference of light when white light is made incident on such filter from the light source side and is transmitted through the respective regions A, B, C of the multilayered films 2. The incident angle θ of the luminous fluxes of this time increases in order of the regions A, B, C like $\theta_0 < \theta_1 < \theta_2$ and, therefore, the wavelengths λ_0 , λ_1 , λ_2 attain $\lambda_0 > \lambda_1 > \lambda_2$. As a result, λ_0 is, for example, red, λ_1 is green and λ_2 is blue. The spectrum to three colors is thus possible.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-56013

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 3 月 3 日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 5/20

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

8507-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-227941

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 8 月 20 日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号

(72) 発明者 池田 浩

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

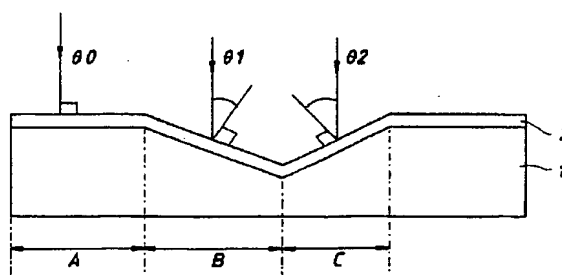
(74) 代理人 弁理士 奈良 武

(54) 【発明の名称】 カラーフィルター

(57) 【要約】

【目的】 製造が簡単で小型化、高性能化が可能なカラーフィルターとする。

【構成】 入射する光束に対して異なった複数の角度からなる傾斜面を有した基板 1 と、基板 1 の傾斜面に設けた多層膜 2 とからカラーフィルターを構成し、多層膜の膜厚および傾斜角に基いて入射光束を分光の制御する。



1 基板

2 多層膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光束に対して複数の角度からなる傾斜面を有した基板と、この基板の傾斜面上に設けられた多層膜とを備えていることを特徴とするカラーフィルター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は多層膜フィルターよりなるカラーフィルターに関する。

【0002】

【従来の技術】CCDなど固体撮像デバイス用の色分解フィルター、すなわちカラーフィルターを、ガラス基板上あるいは撮像デバイス上に直接形成したものとしては、一般に染料や顔料などを用いて、パターン化することによりカラーフィルターとしたものが知られている。一方、放送用ビデオカメラなど高い色再現性および耐熱性能を要求される機種では、特開平3-46612号公報のように1枚のカラーフィルターではなく、プリズムやダイクロイックフィルターを用いて分光し、2もしくは3個の撮像デバイスを用いるという複雑かつ大型な構造を有したいわゆる3CCDタイプが使用されている。

【0003】ところが、最近では装置の小型化と高性能化を両立させるため、1個の撮像デバイスと組み合わせるだけで、ダイクロイックフィルターを用いたと同等の性能を有したカラーフィルターの要求が高まってきている。このため基板上に2種類以上の多層膜フィルターからなるパターンを形成したカラーフィルターが開発されている。そしてこのようなパターンを形成するためリフトオフ法や、腐食法などのようにウェットエッチングを使用する方法や、特開平4-248502号公報に記載されるようにドライエッチングによりパターン化する方法が用いられている。これらはいずれも、基板のパターンニングを行って成膜し、成膜したものをまたパターンニングし、さらに成膜という工程をくり返し、最終的に3度の成膜とパターンニングを行うことによってカラーフィルターを作成するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これらのカラーフィルターでは、染料や顔料などの色吸収特性により分光特性が決定するところから、鋭い分光特性の立ち上がりを得られず、また耐熱性能や経時変化に弱いという問題を有している。また、3CCDタイプでは、プリズムやダイクロイックフィルターを用いて分光し、2もしくは3個の撮像デバイスを用いるため、複雑かつ大型な構造となり、組立てが面倒で、しかもコストも高くなっている。

【0005】一方、エッチングを用いてパターンを形成する場合、エッチングの工程が非常に多くなり、しかも3種類のフィルターからなるカラーフィルターの場合には、3度の成膜工程を経る必要がある。すなわち、十数層から数十層の成膜を3度、延べにして数十層から百数

十層の成膜を行うものである。したがってその製造工程は非常に複雑かつ高精度が要求され、製造が煩雑であり、製品コストが非常に高くなるという問題点があった。

【0006】また、カラーフィルターとしては、撮像デバイスなどのチップ上に直接形成したオンチップカラーフィルターとすることが望まれているが、バターニングを用いた方法では精密かつ高い歩溜まりでカラーフィルターを製造することが困難なため、このオンチップ化の要求には応えられない状態であった。

【0007】本発明は、このような従来のカラーフィルターの問題点を解決しようとするものであり、非常に簡単に製造でき、しかも小型化および高性能化が可能なカラーフィルターを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】上記目的を達成するため本発明は、入射する光束に対して複数の角度からなる傾斜面を有した基板と、この基板の傾斜面上に設けられた多層膜とによりカラーフィルターを構成するものである。

【0009】ここで、薄膜への光線の入射角度を基板の垂線方向からの角度 θ であらわし、基板の垂直方向の光学的膜厚を nd とすると、膜表面で反射する光線と、膜裏面で反射する光線とのあいだの光路長の差は、 $2nd \cos \theta$ となることから、入射角度 θ が大きいくほど光路長が垂直入射に比べて短くなる。よく知られているように反射光あるいは透過光の総和として考慮されるのはこの光路長の差、すなわち位相差である。このため、傾斜面に設けられた多層膜では、その傾斜角度、すなわち光束の入射角度が大きくなるにしたがって分光透過特性が低波長側に変化する。

【0010】また、真空蒸着法などのドライプロセスによって多層膜を成膜する場合、成膜中の基板の傾斜角度によって成膜される膜厚が変化し、特に真空蒸着法など成膜物質の指向性の強い手法では、成膜される基板への成膜物質の入射角度を θ 、または $\theta=0$ すなわち成膜物質が基板に垂直に入射した場合の物理的膜厚を d 、任意の角度 θ を有する基板に成膜される物理的膜厚を D とした場合、 $D=d \times \cos \theta$ なる関係を満たすことが知られている。

【0011】本発明はこの2つの原理を組み合わせ、ひとつの基板の表面を場所によって異なった傾斜とすることにより、場所によって光束の入射角が変わることと、成膜される膜の物理的膜厚 D が変わることが生じられて、場所により分光透過特性（色特性）が異なるカラーフィルターとするものである。

【0012】図1は本発明の例示としての3色透過フィルターを示し、基板1における領域Aは平面であり、基板1上に形成された多層膜2は入射光束に対し角度 $\theta=0$ （ θ_0 ）となっている。領域BおよびCは異なった角

度で傾斜する傾斜面となっており、それぞれ角度 $\theta 1$ および $\theta 2$ ($\theta 0 < \theta 1 < \theta 2$) で光束が入射する。このようなフィルターに対して光源側から白色光を入射させて多層膜2の各領域A、B、Cを透過した場合、光の干渉の原理により特定の中心波長 $\lambda 0$ 、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ がそれぞれの領域から取り出される。このときの光束の入射角度 θ は $\theta 0 < \theta 1 < \theta 2$ のように、領域A、B、Cの順に大きくなるため、波長 $\lambda 0$ 、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ は $\lambda 0 > \lambda 1 > \lambda 2$ となり、これにより、例えば、 $\lambda 0$ が赤、 $\lambda 1$ が緑、 $\lambda 2$ が青となって3色に分光することができる。

【0013】表1は以上のような本発明のカラーフィルターと、上述した各従来技術との特徴を比較したものであり、「○」は良好、「△」は中間、「×」は好ましくないことを示す。

【0014】

【表1】

技術	色再現性	耐熱性	小型化	作成工程 (コスト)
染料/顔料タイプ	×	×	○	○
3CCDタイプ	○	○	×	△
多層膜パターン ニングタイプ	○	○	○	×
本発明	○	○	○	○

【0015】

【実施例1】本実施例では赤色透過フィルター、緑色透過フィルター、青色分解フィルターの3色の色分解フィルターパターンを基板上に設けたカラーフィルター10を説明する。図2および図3において、11はガラスからなる基板であり、この基板11の上面には熱プレス成形によりV字形の溝13が形成されている。溝13の各斜面部13a、13bの角度は基板11の水平方向に対して異なっており、図示例においては斜面部13aが30°、斜面部13bが43°となっている。また基板11には溝13が形成されていない平面部14が形成されている。かかる基板11を熱プレスにより成形する成形型は107°の切削角度を有したバイトにより、その金属表面を一定間隔で切削することで作製することができる。この場合、溝13の斜面部13aの幅は12.35 μ m、水平部14の幅は10 μ mであり、溝13および溝13と隣接した水平部14を合わせた幅は30 μ mとなるように形成されている。

【0016】図2において、12は基板11の上面に形成された多層膜であり、基板11の水平部分に対する光学的膜厚が図4の数値になるように、金属酸化物を真空蒸着させることにより形成される。図4において、 λ は設計波長であり、本実施例においては520nmである。また本実施例では合計で56層の多層膜からなる。この多層膜12の形成は、基板11を真空槽中にセットした後、基板11を300℃まで加熱し、真空度が 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜を開始することに行われる。ここで、TiO₂は高屈折率材料として、SiO₂は低屈折率材料として使用するものである。

【0017】図5は上述のようにして作製したカラーフィルター10を撮像素子(CCD)15に貼着させ、ローパスフィルター16および対物レンズ17、18が形成する光路内に配置した状態を示す。このカラーフィル

ター10を貼着する前後でのCCD15への入射光量を測定することにより、同フィルター10の光透過率特性を測定することができる。

【0018】図6はかかる光透過率特性の結果を示し、特性曲線Dが垂直入射光束に対する溝13の斜面部13aに対応する分光特性を、特性曲線Eが斜面部13bに対応する分光特性を、特性曲線Fが平面部14に対応する分光特性を示し、特性曲線Fが赤色領域で、特性曲線Eが緑色領域で、特性曲線Dが青色領域でそれぞれ透過率のピークを有し、それぞれ赤色透過フィルター、緑色透過フィルター、青色透過フィルターとして作用していることが判る。

【0019】このような本実施例のカラーフィルター10とCCD15とを組み合わせたものを、3CCDタイプの撮像素子用に設計された光学系に組み込んだところ、3CCDの撮像素子を使用した場合とはほぼ同等の良好な像を得ることができた。

【0020】

【実施例2】本実施例では、赤色透過フィルター、緑色透過フィルター、青色透過フィルターの3色の色分解フィルターパターンを、撮像素子を備えたシリコンウエハーからなる基板上に設けたカラーフィルターを説明する。

【0021】図7において、21は撮像素子(図示省略)を備えたシリコンウエハーからなる基板であり、この基板21上には紫外線硬化樹脂からなる凸状の山形の樹脂層22が設けられ、この樹脂層22上に多層膜23が形成されている。樹脂層22の斜面部22aおよび22bは異なった角度となっており、それぞれ基板21の水平方向に対して、32°および43°となっている。また樹脂層22の凸部の間には角度0°となっている水平部24が設けられている。ここで斜面部22aの幅は12 μ m、水平部24の幅は10 μ mであり、斜面部2

2 a, 2 2 bおよび水平部2 4を合わせた幅は3 0 μ mとなっている。

【0 0 2 2】図8は本実施例の多層膜2 3の構成を示し、合計で5 6層からなっている。各層は基板の水平部分に対する光学的膜厚が図示の数値となるように真空蒸着により成膜される。同図における設計波長 λ は5 2 0 nmである。この多層膜は樹脂層2 2を有した基板2 1を真空槽内にセットし、基板を加熱することなく真空度が 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜を行うことにより形成できる。本実施例では $W O_3$ が高屈折率材料、 $S i O_2$ が低屈折率材料となっている。

【0 0 2 3】図9は本実施例の垂直入射光束に対する分光特性を示し、特性曲線Gが斜面部2 2 bに、特性曲線Hが斜面部2 2 aに、特性曲線Iが平面部2 4に対応し、図示のようにそれぞれ青色透過フィルター、緑色透過フィルター、赤色透過フィルターとして作用している。

【0 0 2 4】

【実施例3】図1 0は本発明の実施例3を示し、3 1はゾルゲル法によりV字形の溝3 2を上面に形成した基板である。この基板3 1は金属アルコキシドを型に流し込んで焼成することにより形成される。溝3 2における斜面部3 2 aは基板面の水平方向に対して2 5°の角度を有し、斜面部3 2 bは3 5°の角度を有しており、溝3 2の間には角度0°の水平部3 3が形成されている。また、図示例における斜面部3 2 aの幅は1 2. 6 8 μ m、水平部の幅は1 0 μ m、溝3 2および水平部3 3を合わせた幅は3 0 μ mとなっている。

【0 0 2 5】この基板3 1上に多層膜3 4を形成し、多層膜3 4の成膜後、紫外線硬化樹脂からなる樹脂層3 5を積層して、平面化する。図1 1は本実施例の多層膜3 4の構成を示し、合計で5 7層からなっている。多層膜は基板3 1の水平部分に対する光学的膜厚が図示の数値となるように真空蒸着により成膜される。同図における設計波長 λ は5 4 0 nmである。この多層膜3 4は基板3 1を真空槽内にセットし、基板3 1を加熱することなく、真空度が 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜することにより形成できる。本実施例では、 $W O_3$ が高屈折率材料、 $S i O_2$ が低屈折率材料となっている。なお本実施例では、樹脂層3 5上に5層の反射防止膜（図示省略）を形成しても良い。

【0 0 2 6】図1 2は本実施例の垂直入射光束に対する分光特性を示し、特性曲線Jが斜面部3 2 bに、特性曲線Kが斜面部3 2 aに、特性曲線Lが平面部3 4に対応し、それぞれ青色透過フィルター、緑色透過フィルター、赤色透過フィルターとして作用している。なお本実施例では基板としてガラスやCCDを備えたシリコンウエーハを使用することができる。

【0 0 2 7】

【実施例4】本実施例では赤色透過フィルター、緑色透

過フィルター、青色透過フィルターの3色の色分解フィルターパターンをCCDを備えたシリコンウエーハからなる基板に設けたカラーフィルターについて説明する。

【0 0 2 8】図1 3は本実施例のカラーフィルターの断面を示し、シリコンウエーハをドライエッチングしてV字形の溝4 2を有した基板4 1とし、この基板4 1の表面にCCDからなる受光部4 3を形成する。基板4 1のV字形の溝4 2における斜面部4 2 aは基板面の水平方向に対して3 2°の角度を有し、斜面部4 2 bは4 3°の角度を有しており、溝4 2の間は角度0°の水平部4 4となっている。CCDからなる受光部4 3はこれらの斜面部4 2 a, 4 2 bおよび水平部4 4に位置するように設けられている。この場合、斜面部4 2 a, 4 2 bおよび水平部4 4における各受光部4 3の間隔は1 0 μ mのピッチとなっている。4 5はこの基板4 1の上面に真空蒸着により形成された多層膜である。

【0 0 2 9】図1 4はこの多層膜4 5の構成を示し、合計で5 6層となっている。各層は基板4 1の水平部分に対する光学的膜厚が図示の数値となるように真空蒸着により成膜される。同図における設計波長 λ は5 2 0 nmである。この多層膜4 5は基板4 1を真空槽内にセットし、基板4 1を加熱することなく、真空度が 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜することにより形成できる。本実施例では、 $W O_3$ が高屈折率材料、 $S i O_2$ が低屈折率材料となっている。

【0 0 3 0】図1 5は本実施例を用いて測定した垂直入射光束に対する分光特性を示し、特性曲線Mが斜面部4 2 bに、特性曲線Nが斜面部4 2 aに、特性曲線Pが平面部4 4に対応し、それぞれ青色透過フィルター、緑色透過フィルター、赤色透過フィルターとして作用している。なお本実施例ではCCDからなる受光部4 3は完全な平面とはならず、曲率を有した面となるが、上述のようにフィルターの特性には影響を及ぼすことがない。

【0 0 3 1】

【実施例5】本実施例では赤色透過フィルター、緑色透過フィルター、青色透過フィルターの3色の色分解フィルターパターンをプラスチックからなる基板に設けたカラーフィルターについて説明する。

【0 0 3 2】図1 6は本実施例のカラーフィルターの断面を示し、アモルファスポリオレフィン樹脂を射出成形することにより、V字形の溝5 2を有した基板5 1を作成し、この基板5 1の上面に多層膜5 4を被着させてある。基板5 1のV字形の溝5 2における斜面部5 2 aは基板面の水平方向に対して3 2°の角度を有し、斜面部5 2 bは4 3°の角度を有しており、溝5 2の間には角度0°の水平部5 3が形成されている。この場合、斜面部5 2 aの幅は1 2 0 μ m、水平部5 3の幅は1 0 0 μ mであり、溝5 2および水平部5 3を合わせた幅は3 0 0 μ mとなっている。

【0 0 3 3】図1 7は本実施例の多層膜5 4の構成を示

し、合計で56層からなっている。各層は基板51の水平部分に対する光学の膜厚が図示の数値となるように真空蒸着により成膜される。同図における設計波長 λ は520nmである。この多層膜54は基板51を真空槽内にセットし、基板51を加熱することなく、真空度が 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜することにより形成できる。本実施例では WO_3 が高屈折率材料、 SiO_2 が低屈折率材料となっている。

【0034】図18はこのような本実施例のカラーフィルター50を液晶パネル55に貼着し、これを投影レンズ56およびハロゲンランプ57の光路内に配置した液晶プロジェクターの構成を示す。図19はこの図18におけるb部の拡大図を示し、液晶パネル55には遮光層58が印刷されている。同図において、水平部53および隣接した溝52の斜面部52a、52bがそれぞれ液晶のドットに対応し、この3個のドットによりひとつのカラー画素が形成される。

【0035】図20は本実施例の垂直入射光束に対する分光特性を示し、特性曲線Qが斜面部52bに、特性曲線Rが斜面部52aに、特性曲線Sが平面部53に対応し、それぞれ青色透過フィルター、緑色透過フィルター、赤色透過フィルターとして作用している。なお本実施例では、ストライプ状のカラーフィルターとしたが、基板の形状を変えるとによってデルタ状のカラーフィルターを作製することも可能である。

【0036】

【実施例6】本実施例では入射光束の透過波長が500nmおよび550nmを中心とするバンドパスフィルターパターンをプラスチックからなる基板に設けて構成されるカラーフィルターについて説明する。図21は、この実施例のカラーフィルターの断面を示し、アモルファスポリオレフィン樹脂を射出成形することにより形成された基板61と、この基板61上に設けられた多層膜64とを備えている。基板61の上には斜面部62aと、水平部62bと、斜面部62cとからなる溝62が形成されると共に、隣接する溝62間に水平部63が設けられている。ここで各斜面部62a、62cは基板面の水平方向に対して、いずれも45°の角度を有しており、水平部62b、63は角度0°となっている。また、各部62a、62b、62c、63の幅は10 μ mとなっている。

【0037】図22はこの基板61上にマグネトロンスパッタリングにより形成された多層膜64を示し、合計で55層となっている。各層は基板61の水平部分に対する光学の膜厚が図示の数値となるようにマグネトロンスパッタリングにより成膜される。同図における設計波長 λ は470nmである。この多層膜64は基板61を真空槽内にセットし、基板61を加熱することなく、真空度 5×10^{-4} Paに達した時点で成膜することにより形成できる。本実施例では、 ZrO_2 が高屈折率材料、

SiO_2 が低屈折率材料となっている。

【0038】図23は本実施例の垂直入射光束に対する分光特性を示し、特性曲線Wが水平部62b、63に、特性曲線Vが斜面部62a、62cに対応し、それぞれ550nmの波長を中心とするバンドパスフィルターおよび500nmの波長を中心とするバンドパスフィルターとして作用している。

【0039】以上、この発明の実施例について説明したが、これら多層膜の成膜は、実施例1～5のように真空蒸着法のみならず、同様に指向性の強いイオンビームスパッタリング法によっても全く同じ効果が得られる。また、基板の傾斜による膜厚分布の比較的小さいマグネトロンスパッタリング法やイオンプレーティング法、CVD法などによる場合も、光学特性の角度依存性だけを利用した形態での適用が可能である。また、これらの実施例では、いずれも水平部を有する基板を用いたが、水平部を有していない基板や完全な曲面の基板に対しても同様に適用することができる。

【0040】

【発明の効果】以上のとおり本発明のカラーフィルターは、プリズムなどの他の部材の必要がないために分光素子として非常に小型であり、かつその光学性能は多層膜を使用するため高い性能を有している。しかも従来のレジストパターンニング及びドライエッチングを使用した手法による多層膜カラーフィルターや、あるいは顔料や染料を用いたカラーフィルターに比較しても簡単に少ない工程で製造することが可能であり、製造の簡素化及び歩留りの向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示す断面図。

【図2】実施例1の断面図。

【図3】実施例1の基板の斜視図。

【図4】実施例1の多層膜の構成図。

【図5】実施例1の分光測定の構成図。

【図6】実施例1の分光特性図。

【図7】実施例2の断面図。

【図8】実施例2の多層膜の構成図。

【図9】実施例2の分光特性図。

【図10】実施例3の断面図。

【図11】実施例3の多層膜の構成図。

【図12】実施例3の分光特性図。

【図13】実施例4の断面図。

【図14】実施例4の多層膜の構成図。

【図15】実施例4の分光特性図。

【図16】実施例5の断面図。

【図17】実施例5の多層膜の構成図。

【図18】実施例5を用いた液晶プロジェクターの構成図。

【図19】図18のb部拡大断面図。

【図20】実施例5の分光特性図。

【図21】実施例6の断面図。

【図22】実施例6の多層膜の構成図。

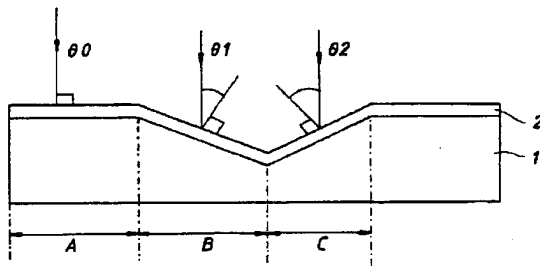
【図23】実施例6の分光特性図。

*【符号の説明】

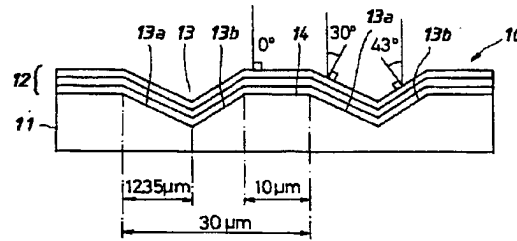
1 基板

* 2 多層膜

【図1】



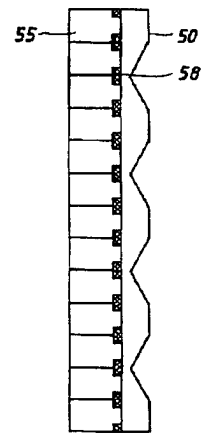
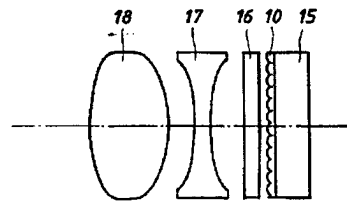
【図2】



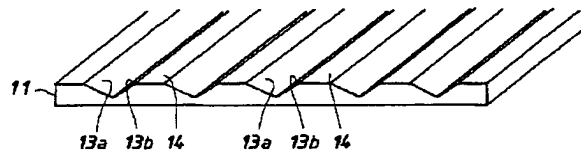
【図5】

【図19】

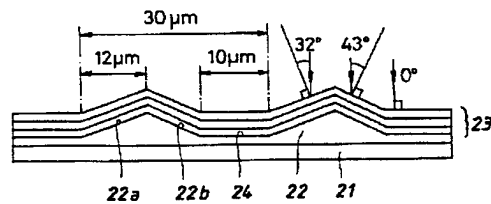
1 基板
2 多層膜



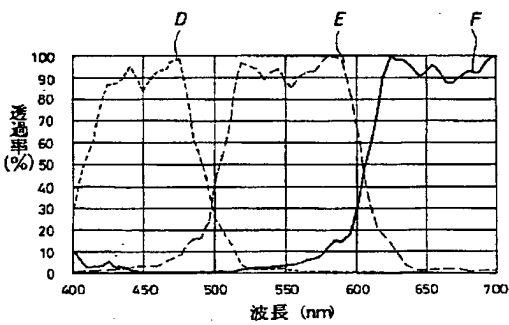
【図3】



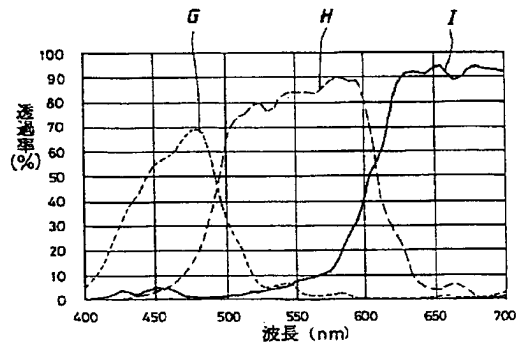
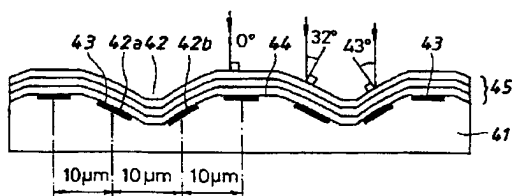
【図7】



【図9】



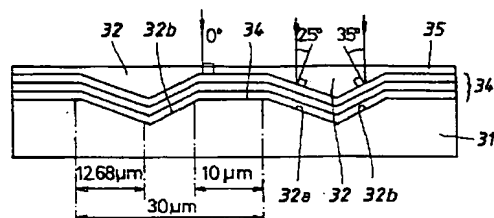
【図13】



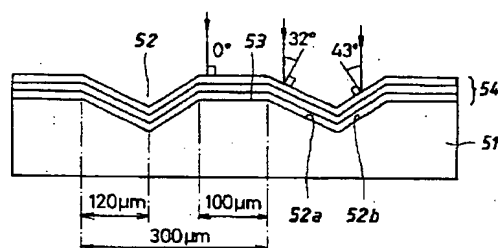
【図4】

12	TiO ₂	0.219 λ	
	SiO ₂	0.42 λ	
	TiO ₂	0.5 λ	繰返し 8 回
	SiO ₂	0.5 λ	
	TiO ₂	0.425 λ	繰返し 7 回
	SiO ₂	0.425 λ	
	TiO ₂	0.129 λ	
	SiO ₂	0.168 λ	
	TiO ₂	0.21 λ	
	SiO ₂	0.37 λ	
	TiO ₂	0.25 λ	繰返し 5 回
	SiO ₂	0.25 λ	
	TiO ₂	0.2 λ	繰返し 4 回
	SiO ₂	0.2 λ	
	TiO ₂	0.16 λ	
	SiO ₂	0.09 λ	
11	基 板		

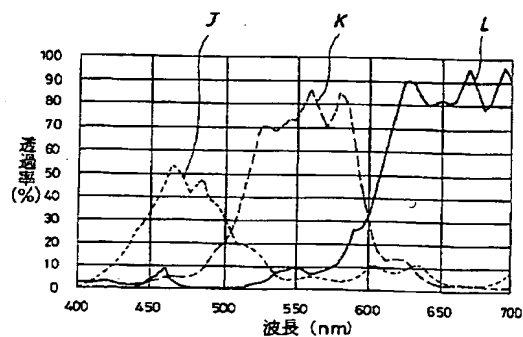
【図10】



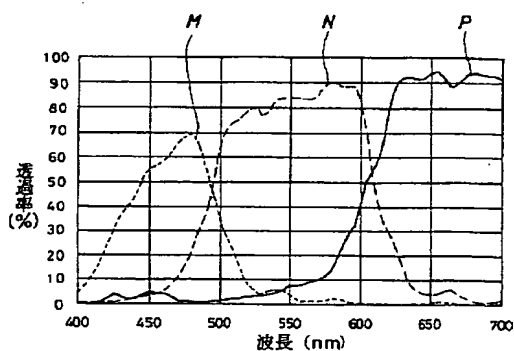
【図16】



【図12】



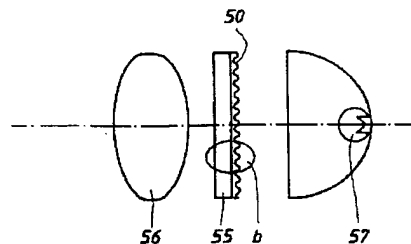
【図15】



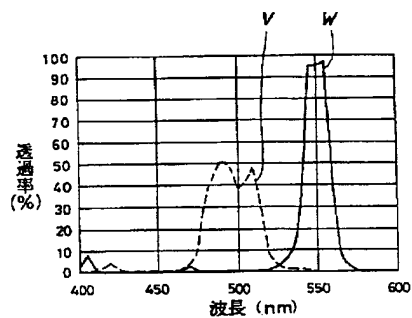
【図8】

23	WO ₃	0.219 λ	
	SiO ₂	0.42 λ	
	WO ₃	0.5 λ	繰り返し 8 回
	SiO ₂	0.5 λ	
	WO ₃	0.425 λ	繰り返し 7 回
	SiO ₂	0.425 λ	
	WO ₃	0.129 λ	
	SiO ₂	0.168 λ	
	WO ₃	0.21 λ	
	SiO ₂	0.37 λ	
	WO ₃	0.25 λ	繰り返し 5 回
	SiO ₂	0.25 λ	
	WO ₃	0.2 λ	繰り返し 4 回
	SiO ₂	0.2 λ	
21	WO ₃	0.16 λ	
	SiO ₂	0.09 λ	
	基 板		

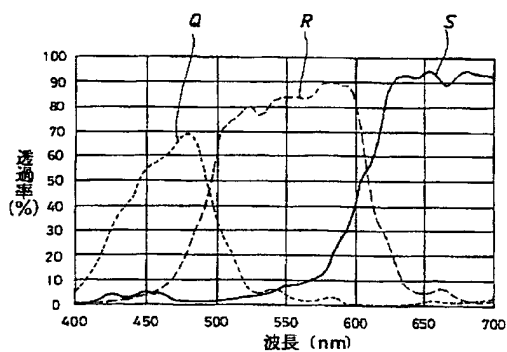
【図18】



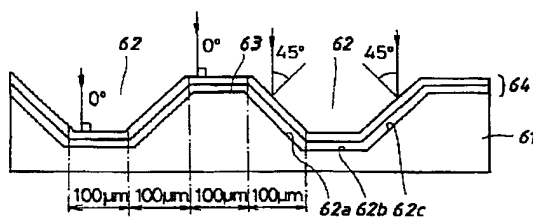
【図23】



【図20】



【図21】



【図11】

	WO ₃	0.48λ	
	SiO ₂	0.46λ	
	WO ₃	0.46λ	
	SiO ₂	0.375λ	繰り返し8回
	WO ₃	0.375λ	
	SiO ₂	0.3λ	繰り返し7回
	WO ₃	0.3λ	
	SiO ₂	0.31λ	
	WO ₃	0.11λ	
	SiO ₂	0.25λ	繰り返し5回
	WO ₃	0.25λ	
	SiO ₂	0.2λ	繰り返し5回
	WO ₃	0.2λ	
34	SiO ₂	0.03λ	
31	WO ₃	0.04λ	
	基 板		

【図22】

	ZrO ₂	0.48λ	
	SiO ₂	0.33λ	繰り返し10回
	ZrO ₂	0.33λ	
	SiO ₂	0.31λ	
	ZrO ₂	0.44λ	
	SiO ₂	0.26λ	
	ZrO ₂	0.44λ	
	SiO ₂	0.25λ	繰り返し10回
	ZrO ₂	0.25λ	
	SiO ₂	0.57λ	
	ZrO ₂	0.2λ	
	SiO ₂	0.23λ	繰り返し3回
	ZrO ₂	0.23λ	
64	SiO ₂	0.25λ	
61	ZrO ₂	0.25λ	
	基 板		

【図14】

	WO ₃	0.219 λ	
	SiO ₂	0.42 λ	
	WO ₃	0.5 λ	繰返し 8 回
	SiO ₂	0.5 λ	
	WO ₃	0.425 λ	繰返し 7 回
	SiO ₂	0.425 λ	
	WO ₃	0.129 λ	
	SiO ₂	0.168 λ	
	WO ₃	0.21 λ	
	SiO ₂	0.37 λ	
	WO ₃	0.25 λ	繰返し 5 回
	SiO ₂	0.25 λ	
	WO ₃	0.2 λ	繰返し 4 回
	SiO ₂	0.2 λ	
45	WO ₃	0.16 λ	
	SiO ₂	0.09 λ	
41	基 板		

【図17】

	WO ₃	0.219 λ	
	SiO ₂	0.42 λ	
	WO ₃	0.5 λ	繰り返し 8 回
	SiO ₂	0.5 λ	
	WO ₃	0.425 λ	繰り返し 7 回
	SiO ₂	0.425 λ	
	WO ₃	0.129 λ	
	SiO ₂	0.168 λ	
	WO ₃	0.21 λ	
	SiO ₂	0.37 λ	
	WO ₃	0.25 λ	繰り返し 5 回
	SiO ₂	0.25 λ	
	WO ₃	0.2 λ	繰り返し 4 回
	SiO ₂	0.2 λ	
54	WO ₃	0.16 λ	
	SiO ₂	0.09 λ	
51	基 板		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)